

⑬ Int. Cl. 5

G 01 P 3/488
G 01 D 5/245

識別記号

G
R

庁内整理番号

7355-2F
7015-2F

⑭ 公開 平成2年(1990)8月20日

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全16頁)

⑮ 発明の名称 回転検出装置

⑯ 特 願 平1-28908

⑰ 出 願 平1(1989)2月8日

⑱ 発 明 者 桜 井 宏 明 愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機株式会社
内

⑲ 出 願 人 アイシン精機株式会社 愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地

⑳ 代 理 人 弁理士 杉 信 興

明 細 書

1. 発明の名称

回 転 検 出 装 置

2. 特許請求の範囲

(1) 周面に凹部と凸部を交互に形成した磁性体の
回転部材；

回転部材の周面に近接して備えられた第1磁
石；

第1磁石と、互いに逆極性で隣接する第2磁
石；

第1磁石と回転部材の周面との間に保持され
た、磁気の変化に感応して電気的特性が変化する
第1感磁性素子；および、

第2磁石と回転部材の周面との間に保持され
た、磁気の変化に感応して電気的特性が変化する
第2感磁性素子；

を備える、回転検出装置。

(2) 前記第1感磁性素子および前記第2感磁性素
子は、該第1感磁性素子の中心、前記回転部材の

回転中心および該第2感磁性素子の中心がなす角
をQとすると、該回転中心から見た該回転部材
の周面の凹部と凸部の繰り返しピッチ角P、

$0 < m < 1$ なる m、および、 $n = 0, 1, 2, \dots$ なる
n を用いて、

$$Q = (m + n) P$$

と表わされる位置に保持される、前記特許請求の
範囲第(1)項記載の回転検出装置。

(3) 前記第1感磁性素子および前記第2感磁性素
子は、該第1感磁性素子の中心、前記回転部材の
回転中心および該第2感磁性素子の中心がなす角
をQとすると、該回転中心から見た該回転部材
の周面の凹部と凸部の繰り返しピッチ角P、

$m = 1/2$ なる m、および、 $n = 0, 1, 2, \dots$ なる n
を用いて、

$$Q = (m + n) P$$

と表わされる位置に保持される、前記特許請求の
範囲第(1)項記載の回転検出装置。

3. 発明の詳細な説明

(発明の目的)

(産業上の利用分野)

本発明は、周面に凹部と凸部を交互に形成した磁性体の回転部材、磁石および磁気の変化に感応して電気的特性が変化する感磁性素子を用いた回転検出装置に関する。

(従来の技術)

従来より、第11a図および第11b図に示したような、磁性体の歯付ホイール21、その歯面に近接して配置された永久磁石23、および、互いに歯付ホイール21のピッチ角の1/2に相当する距離だけ離隔して、永久磁石23の歯付ホイール21の歯面と対向する面に貼着された2個の磁気抵抗素子221,222でなる回転検出装置が知られている。

これにおいては、各磁気抵抗素子が歯付ホイール21のピッチ角の1/2に相当する距離だけ離隔されているため、第11a図に示すように磁気抵抗素子221の直上に歯付ホイール21の凹部があるときには磁気抵抗素子222の直上にその凸部が位置し、第11b図に示すように磁気抵抗素子221の直上に歯付ホイール21の凸部があるときには磁気

は小さい。つまり、永久磁石23のN極に貼着された各磁気抵抗素子内の磁路が歯付ホイール21の凹凸から受ける影響が小さいため、歯付ホイール21の回転による各磁気抵抗素子の鎖交磁束の変化、すなわち、抵抗変化が小さく、小振幅の出力信号しか得られない。

このことは、歯付ホイール21の小径化や歯数の増加による微小回転角の検出を図る上での阻害事項となっている。

本発明は、小型で微小回転角の検出に有利な回転検出装置を提供することを目的とする。

(発明の構成)

(課題を解決するための手段)

上記目的を解決するため、本発明の回転検出装置は、

周面に凹部と凸部を交互に形成した磁性体の回転部材；回転部材の周面に近接して備えられた第1磁石；第1磁石と、互いに逆極性で隣接する第2磁石；第1磁石と回転部材の周面との間に保持された、磁気の変化に感応して電気的特性が変

化する第1感磁性素子；および、第2磁石と回転部材の周面との間に保持された、磁気の変化に感応して電気的特性が変化する第2感磁性素子；を備える。

この場合、歯付ホイール21の歯の形状によっては、出力波形が歪むことがあるが、その解決手段は特願昭62-66115号公報に開示されている。

(発明が解決しようとする課題)

ところで、上記の従来例においては、1つの永久磁石23の上に2つの磁気抵抗素子221および222が貼着されている。この場合、永久磁石23のN極から出た磁力線は第11a図および第11b図の破線で示されるような長い磁路を構成してS極に入る。この磁路は、歯付ホイール21の凹凸により擾乱されるが、各極の表面近傍におけるその影響

化する第1感磁性素子；および、第2磁石と回転部材の周面との間に保持された、磁気の変化に感応して電気的特性が変化する第2感磁性素子；を備える。

(作用)

これによれば、第1磁石と第2磁石とが互いに逆極性で隣接するため、各磁石の磁路が短くなり、各極の表面近傍において磁路が回転部材の凹部あるいは凸部から受ける影響が非常に大きくなる。

つまり、回転部材の回転により各感磁性素子の電気的特性に大きな変化が得られるので、小径回転部材を用いての装置の小型化や、凹凸部の多い回転部材を用いての微小回転角の検出が可能になる。

本発明の他の目的および特徴は以下の図面を参照した実施例説明より明らかになる。

(実施例)

本発明の好ましい実施態様は、第2図に示した自動車用ナビゲーション装置に見ることができる。このナビゲーション装置は、前輪駆動式の自動

車に搭載され、マイクロコンピュータ1、右輪回転センサ2、左輪回転センサ3、後退検出回路4、横G検出回路5、CRTディスプレイ6、入力ボード7、デジタルマップメモリ8、および電源装置9等である。

(1) 右輪回転センサ2:

右輪回転センサ2は、第1a図に示した歯付ホイール21、磁気抵抗素子（以下MR素子という）221、222、および永久磁石231、232と、第1c図に示したパルス検出回路24よりなる。

歯付ホイール21は、48個の歯を有する磁性体ホイールである。この歯付ホイール21は、自動車の右後輪（本実施例は、前輪駆動式の自動車に適用されているため、後輪は従動輪である。）のアクスルシャフトに固着されているので自動車の前進により矢印A1方向に回転し、その後退により矢印A1の逆方向に回転する。

MR素子221および222は、鎖交磁束にほぼ比例して電気抵抗値が変化する感磁性素子である。これらは互いに略等しい諸元を有し、MR素子221

MR素子221の鎖交磁束を最大、MR素子222の鎖交磁束を最小として前者の抵抗値を最大に、後者の抵抗値を最小にする。ここで、歯付ホイール21の回転と、MR素子221および222の抵抗値との関係をグラフに示すと、第1f図に示すように、歯付ホイール21の1ピッチの移動を周期とし、互いに180°の位相差を有する2つの正弦波が得られる。

そこで、第1c図に示すように、MR素子221と222とを直列に接続し、両端にVcなる直流電圧を印加すると、それらの中点において、第1g図に示したような、Vc/2を中心電位とし（各MR素子の諸元が略等しく、各永久磁石が外乱のない状態で各MR素子の鎖交磁束を略等しくすることによる。）、歯付ホイール21の1ピッチの移動を周期とする正弦波信号が得られる。

パルス検出回路24は、MR素子221と222との接続中点の電位と、その中心電位に等しい参照電位との比較を行なうコンパレータであり、出力OUT1として、前者が後者より低いとき、すなわちMR

は永久磁石231のN極側に、MR素子222は永久磁石232のS極側に、それぞれ貼着されている。これにおいて、各永久磁石は外乱がない状態で各MR素子の鎖交磁束を略等しくする強度に調整されている。

永久磁石231および232は、それぞれのMR素子が貼着された面が歯付ホイール21の歯面に対向し、かつ、第1b図に展開して示すように（ハッチングは歯付ホイール21の凸部を示す。）、各MR素子を歯付ホイール21のピッチの1/2相当の距離だけ離隔する姿勢に支持されている。

歯付ホイール21の回転は、各永久磁石の磁束に影響を与えて各MR素子の鎖交磁束を変化させるので、この回転に応じて各MR素子の抵抗値が変化する。例えば、第1d図に示すように歯付ホイール21の凸部がMR素子222の直上にあるときには、MR素子221の鎖交磁束を最小、MR素子222の鎖交磁束を最大として前者の抵抗値を最小に、後者の抵抗値を最大にし、第1e図に示すように、その凸部がMR素子221の直上にあるときには、

素子221の抵抗値がMR素子222の抵抗値より高いときにはHレベルとなり、前者が後者より高いとき、すなわちMR素子221の抵抗値がMR素子222の抵抗値より低いときにはLレベルとなるパルス信号（以下、右輪回転パルスという。）を出力する。

この右輪回転パルスは、2つのインバータを介してマイクロコンピュータ1に与えられる。

(2) 左輪回転センサ3:

左輪回転センサ3は、第3a図に示した歯付ホイール31、MR素子321~324、および永久磁石331~333と、第3c図に示したパルス検出回路34よりなる。

歯付ホイール31は、右輪回転センサ2の歯付ホイール21と同構成の48個の歯を有する磁性体ホイールである。この歯付ホイール31は、自動車の左後輪のアクスルシャフトに固着されているので自動車の前進により矢印A1方向に回転し、その後退によりその逆方向に回転する。

MR素子321~324は、右輪回転センサ2のMR

素子221および222と同じく鎖交磁束にほぼ比例して電気抵抗値が変化する感磁性素子である。これらは互いに略等しい諸元を有し、MR素子321は永久磁石331のS極側に、MR素子322および323は歯付ホイール31のピッチの1/4相当の距離だけ離隔されて永久磁石332のN極側に、MR素子324は永久磁石333のS極側に、それぞれ貼着されている。これにおいて、各永久磁石は外乱がない状態で各MR素子の鎖交磁束を略等しくする強度に調整されている。

永久磁石331,332および333は、それぞれのMR素子が貼着された面が歯付ホイール31の歯面に対向し、かつ、第3b図に展開して示すように(第1b図と同じくハッチングは歯付ホイール31の凸部を示す)、MR素子321と322、MR素子323と324を、それぞれ歯付ホイール31のピッチの1/2相当の距離だけ離隔する姿勢に支持されている。

歯付ホイール31の回転は、前述と同様に、各永久磁石の磁束に影響を与えて各MR素子の鎖交磁束を変化させるので、この回転に応じて各MR素

と322、323と324をそれぞれ直列に接続し、各両端にVcなる直流電圧を印加すると、各中点において、第3g図に示したような、Vc/2を中心電位とし(各MR素子の諸元が略等しく、各永久磁石が外乱のない状態で各MR素子の鎖交磁束を略等しくすることによる)、歯付ホイール31の1ピッチの移動を周期とする、90°の位相差を有する2つの正弦波信号が得られる。

パルス検出回路34は、MR素子321と322との接続中点の電位と、その中心電位に等しい参照電位との比較を行なうコンパレータ341、および、MR素子323と324との接続中点の電位と、その中心電位に等しい参照電位との比較を行なうコンパレータ342となり、出力OUT2としてMR素子321と322との接続中点の電位が参照電位より低いとき、すなわちMR素子321の抵抗値がMR素子322の抵抗値より高いときにはHレベルとなり、その逆のときにはLレベルとなるパルス信号(以下、第1左輪回転パルスという。)を出力し、出力OUT3としてMR素子323と324との接続中点の電位が参照

子の抵抗値が変化する。例えば、第3d図に示すように歯付ホイール31の凸部がMR素子324の直上にあるときには、MR素子321および322の鎖交磁束を略等しく、MR素子323の鎖交磁束を最小、MR素子324の鎖交磁束を最大にするので、MR素子321および322の抵抗値が略等しい中間的な値に、MR素子323の抵抗値が最小に、MR素子324の抵抗値が最大になる。また、第3e図に示すように、歯付ホイール31の凸部がMR素子323の直上にあるときには、MR素子321および322の鎖交磁束を略等しく、MR素子323の鎖交磁束を最大、MR素子324の鎖交磁束を最小にするので、MR素子321および322の抵抗値が略等しい中間的な値に、MR素子323の抵抗値が最大に、MR素子324の抵抗値が最小になる。ここで、歯付ホイール31の回転と、各MR素子の抵抗値との関係をグラフに示すと、第3f図に示すように、歯付ホイール31の1ピッチの移動を周期とし、互いに90°の位相差を有する4つの正弦波が得られる。

そこで、第3c図に示すように、MR素子321

電位より低いとき、すなわちMR素子323の抵抗値がMR素子324の抵抗値より高いときにはHレベルとなり、その逆のときにはLレベルとなるパルス信号(以下、第2左輪回転パルスという。)を出力する。

つまり、左輪回転センサ3は、右輪回転センサ2と同構成の2つのセンサを、90°の位相差で組合せたものに等しく、そのとき互いの内方に位置する永久磁石を共通にして構成を簡単一体化したものとえよう。

この左輪回転センサ3による各左輪回転パルスは、それぞれ1つのインバータを介して後退検出回路4に与えられるとともに、第1左輪回転パルスは、さらに1つのインバータを介してマイクロコンピュータ1に与えられる。

(3) 後退検出回路4:

後退検出回路4は第2図に示したように、ナンドゲート41~43およびD型フリップフロップ44により構成されている。ナンドゲート41および42はR-Sフリップフロップを構成し、2つの入力

異なるとき、あるいはともにHレベルのときには、それぞれより異なるレベルの信号を出力するが、入力が共にLレベルのときにはそれぞれよりHレベルを出力する。これらの出力はナンドゲート43の入力となり、ナンドゲート43は、各入力が高レベルのときに限りLレベルを出力する。ナンドゲート43の出力はD型フリップフロップ44のCK入力となり、D型フリップフロップ44は、CK入力のポジティブエッジでD入力をラッチしてQ端子より出力する。

以下、第2図に示した各点の信号を追うことによりこの後退検出回路4の動作を説明する。

第4a図は、自動車が前進しているときの各点の信号を示す波形図である。自動車が前進しているときには、左輪回転センサ3による第1左輪回転パルスの位相が第2左輪回転パルスの位相より90°進むので、A点の信号がB点の信号より90°進む。つまり、A点の信号がLレベルに転じてから1/4周期後にB点の信号がLレベルに転ずるのでナンドゲート41および42がともにHレベルの信

1/4周期を経過すると、B点の信号がHレベルに転ずるのでナンドゲート41の出力がLレベルに転じてナンドゲート43の出力、すなわち、C点の信号がHレベルに転ずる。これにより、D型フリップフロップ44がトリガされ、LレベルとなっているA点の信号をラッチするので、Q端子出力はLレベルとなり、それをインバータにより反転したE点の信号はHレベルとなる。

つまり、E点の信号は、自動車が前進しているときにはLレベルとなり、それが後退しているときにはHレベルとなる。この信号は、後退信号としてマイクロコンピュータ1に与えられる。

(4) 横G検出回路5:

横G検出回路5は、自動車の横方向の加速度に応じた電気信号を出力する回路であり、加速度センサ51、ブリッジ回路52およびA/Dコンバータ53よりなる。

加速度センサ51は、歪抵抗素子を貼着した板バネ511および該板バネ511の中央部に垂下したおもり512を粘性オイル内に封入したものであり、自

号を出力し、ナンドゲート43の出力、すなわち、C点の信号がLレベルに転ずる。この後、さらに1/4周期を経過すると、A点の信号がHレベルに転ずるのでナンドゲート41の出力がLレベルに転じてナンドゲート43の出力、すなわち、C点の信号がHレベルに転ずる。これにより、D型フリップフロップ44がトリガされ、HレベルとなっているA点の信号をラッチするので、Q端子出力はHレベルとなり、それをインバータにより反転したE点の信号はLレベルとなる。

第4b図は、自動車が後退しているときの各点の信号を示す波形図である。自動車が後退しているときには、左輪回転センサ3による第1左輪回転パルスの位相が第2左輪回転パルスの位相より90°遅れるので、B点の信号がA点の信号より90°進む。つまり、B点の信号がLレベルに転じてから1/4周期後にA点の信号がLレベルに転ずるのでナンドゲート41および42がともにHレベルの信号を出力し、ナンドゲート43の出力、すなわち、C点の信号がLレベルに転ずる。この後、さらに

自動車の横方向の加速度によりおもり512が移動すると板バネ511が歪み、そこに貼着した歪抵抗素子の抵抗値が変化する。ブリッジ回路52はこの歪抵抗素子の抵抗値変化を電圧信号として検出し、A/Dコンバータ53はそれをデジタルデータに変換してマイクロコンピュータ1に与える。

(5) CRTディスプレイ6:

CRTディスプレイ6は、自動車の計器パネルに備わり、マイクロコンピュータ1より与えられたデータにより、自動車が走行している地域の地図および自動車の現在地等をカラー表示する。

(6) 入力ボード7:

入力ボード7は、自動車のコンソールボックス内に備わり、運転者等により操作される。

(7) デジタルマップメモリ8:

デジタルマップメモリ7は、デジタルマップデータを記憶しているCD-ROM 81と、そのデータを読み取り、マイクロコンピュータ1に与えるCD-ROMドライバ82よりなる。

(8) 電源装置9:

電源装置9は、車載バッテリー91および定電圧回路92よりなる。この車載バッテリー91と定電圧回路92との電源ラインには、アクセサリモードスイッチAccが介挿されており、このスイッチが投入されているときには、定電圧回路92により所定の定電圧が生成されて各部に供給される。

(9) マイクロコンピュータ1:

① 総説:

マイクロコンピュータ1には、上述した各要素に加えて、クロック発振器11、リセット回路12、I/O13、RAM14およびROM15が接続されている。

クロック発振器11はマイクロコンピュータ1の動作クロックパルスを発振し、リセット回路12は、アクセサリモードスイッチAccが投入されて、定電圧回路92が所定の定電圧を生成したとき、マイクロコンピュータ1をハードウェアリセットし、I/O13は、マイクロコンピュータ1とCRTディスプレイ6および入力ボード7との入出力整合を行なう。また、RAM14は、マイクロコンピュー

行なうが、自動車の特性に基づいて種々の補正を加えている。

② 検出原理:

a. 旋回角および移動距離の検出原理:

あるサンプリング期間に、自動車が前進して半径Rで $\Delta\theta$ [rad]だけ左旋回した場合を考える。第5図はこのときの自動車の後輪の移動を示すモデルである。この場合、左右の後輪の間隔をWとすると、右後輪の走行距離 L_r は、

$$L_r = (R + W/2) \cdot \Delta\theta \quad \dots(1)$$

となり、左後輪の走行距離 L_l は、

$$L_l = (R - W/2) \cdot \Delta\theta \quad \dots(2)$$

となるので、このサンプリング期間の旋回角 $\Delta\theta$ は、

$$\Delta\theta = (L_r - L_l) / W \quad \dots(3)$$

と表わされる。

また、各車輪間の中心が移動した距離を自動車の移動距離と呼ぶものとすれば、このサンプリング期間における自動車の移動距離 Δd は、

$$\Delta d = (L_r + L_l) / 2 \quad \dots(4)$$

タ1の処理中のデータを記憶し、ROM15はマイクロコンピュータ1の制御プログラムを記憶している。なお、RAM14にはバックアップ回路141が接続されており、定電圧回路92よりの定電圧の供給がないときには、このバックアップ回路141よりの保持電圧により記憶内容を保持する。

③ 動作概要:

マイクロコンピュータ1は、所定周期(本実施例では100msとしている。)毎に自動車の現在地点を検出し、その“現在地点”を、デジタルマップメモリ7より与えられるデジタルマップデータに基づくその周辺の地図とともにCRTディスプレイ6に表示している。

この“現在地点”の検出には、各サンプリング期間(各検出の間をいう。以下において同じ。)内に、右輪回転センサ2が発生した右輪回転パルスのパルス数(以下、右輪回転パルス数という。)、および、左輪回転センサ3が発生した第1左輪回転パルス(以下、“第1”を省略する。)のパルス数(以下、左輪回転パルス数という。)を用いて

と表わされる。

さらに、これらを用いれば、このときの旋回半径Rは、

$$R = \Delta d / \Delta\theta \quad \dots(5)$$

と表わされる。

一方、右後輪の走行距離 L_r は、このサンプリング期間の右輪回転パルス数を N_r とし、右後輪のパルスレート(ここではパルスを車輪の走行距離に換算する係数の意味で用いている。以下において同じ。)を k_r とすれば、

$$L_r = k_r \cdot N_r \quad \dots(6)$$

なる演算により得られ、左後輪の走行距離 L_l は、このサンプリング期間の左輪回転パルス数を N_l とし、左後輪のパルスレートを k_l とすれば、

$$L_l = k_l \cdot N_l \quad \dots(7)$$

なる演算により得られる。

したがって、第(6)式、第(7)式および第(3)式よりこのサンプリング期間の自動車の旋回角 $\Delta\theta$ が、第(6)式、第(7)式および第(4)式よりこのサンプリング期間の自動車の移動距離 Δd がそれぞれ

れ求まる。

b. すべりの補正：

上記の右輪回転パルス数および左輪回転パルス数に基づく左右後輪の走行距離の算出は、各車輪がすべらずに路面を転がるのが前提となる。つまり、すべりがあり、車輪の周面の移動距離と実際の走行距離とが異なる場合には、その手当が必要となる。

例えば、第6 a 図に、自動車の加速時に車輪と路面との間ですべりがあった場合の回転パルス列（一般的な例を説明するために自動車のいずれの車輪から得たものであるかを問わない。以下、この項において同様とする。）のモデルを、第6 b 図に自動車の減速時に車輪と路面との間ですべりがあった場合の回転パルス列のモデルを示す。

この場合、前者においてはⅡを付したサンプリング期間とⅢを付したサンプリング期間との間で回転パルス数に急激な増加が、後者においてはⅠ'を付したサンプリング期間とⅡ'を付したサンプリング期間との間の回転パルス数の急激な減少が

いては、自動車が直線走行しているときの各輪のパルスレート k_r , k_l を用いている。しかしながら、自動車が旋回する場合には、遠心力が働くため、外輪の荷重が増加し、内輪の荷重が減少する。各輪は剛体でないためにこの荷重の増減により歪み、外輪（左旋回の場合には右後輪、右旋回の場合には左後輪となる。）の実際の走行距離が演算による走行距離（上記第(6)式または第(7)式で得られる走行距離をいう。以下において同じ。）より小さくなり、内輪（左旋回の場合には左後輪、右旋回の場合には右後輪となる）の実際の走行距離が演算による走行距離より大きくなる。

第7図は、自動車の実際の旋回半径 R_0 と演算による旋回半径（上記第(3)式～第(7)式で得られる旋回半径をいう。以下において同じ。） R との比と、自動車の速度 v の2乗、すなわち、遠心力に比例する値との関係を示すグラフ（このグラフにおいて各点に付した数値は、重力加速度 g を用いて表わした横方向の加速度を示している。）であり、これより速度が増すに従って、その比が大

認められる。これらは、自動車の急加減速を意味するものであるが、自動車の加減速能力は制限されるため、それに基づいてこの加減速の妥当性、すなわち、サンプリングした回転パルス数の妥当性を判定することができる。

つまり、サンプリングにより得た回転パルス数の増減数が自動車の最大加減速時の回転パルス数の増減数（以下加減速限界値という。）を超えるときには車輪と路面との間ですべりがあったものと判定し、最も近い過去のすべりがなかったものと判定しときのサンプリングにより得た回転パルス数（第6 a 図に示した例においてはⅡを付したサンプリング期間に得た回転パルス数がそれに相当し、第6 b 図に示した例においてはⅠ'を付したサンプリング期間に得た回転パルス数がそれに相当する。）を用いることにより、すべりの影響を除去する。

c. 旋回時の補正：

また、上記の右輪回転パルス数および左輪回転パルス数に基づく左右後輪の走行距離の算出にお

きくなることわかる。このことは、演算による旋回角（上記第(3)式、第(6)式および第(7)式で得られる旋回角をいう。以下において同じ。）が誤差を含むことを意味しているが、同時に、各輪の演算による走行距離を遠心力に応じて補正すれば、この誤差が抑えられることを示している。

この補正を行なうためには、予め、自動車に働く遠心力と、各輪の実際の走行距離と演算による走行距離との比で与えられる補正係数との関係を明らかにしておけば良い。自動車に働く遠心力は、横G検出回路5が検出した自動車の横方向の加速度（以下、その値をGで示す。）に対応しているので、右方向を正としてこの加速度Gと右後輪の補正係数 $K_r(G)$ との関係、およびそれと左後輪の補正係数 $K_l(G)$ との関係を求めると、第8図に示したようなグラフが得られた。つまり、自動車の“現在地点”の検出を行なう際に、そのとき横G検出回路5が検出した自動車の横方向の加速度Gに対応する各輪の補正係数を読み出し、各輪の演算による走行距離に乗ずることによりこの補正

が完了する。

d. 後退時の補正：

ここで、再び第5図を参照されたい。

これにおいて、自動車が上述したような前進による左旋回を行なった後、後退により全く逆経路で元の場所に戻った場合を考える。この場合の旋回角を $\Delta\theta'$ とし、移動距離を $\Delta d'$ とすると、前者と前進時の旋回角 $\Delta\theta$ との和、および、後者と前進時の移動距離 Δd との和は、それぞれ零となる。すなわち、

$$\Delta\theta + \Delta\theta' = 0 \quad \dots(8)$$

$$\Delta d + \Delta d' = 0 \quad \dots(9)$$

が成立する。

つまり、後退検出回路4により自動車の後退が検出された場合には、演算による旋回角および演算による移動距離(上記第(4)式、第(6)式および第(7)式で得られる移動距離をいう。以下において同じ。)の符号をそれぞれ逆符号にしてこの補正を行なう。

なお、この補正と、上記旋回時の補正との順序

と表わされる。つまり、自動車の“現在地点”のx座標xは、

$$x = x_0 + R(\sin(\theta_0 + \Delta\theta) - \sin\theta_0) \quad \dots(13)$$

なる式で与えられ、そのy座標yは、

$$y = y_0 + R(\cos\theta_0 - \cos(\theta_0 + \Delta\theta)) \quad \dots(14)$$

なる式で与えられる。

これらの第(13)式および第(14)式において、a地点の座標 (x_0, y_0) 、および、そのときの自動車の方位角 θ_0 は、逐次的な“現在地点”の検出の過去のデータとして与えられ、また、旋回半径Rおよび旋回角 $\Delta\theta$ は、上記した各種の演算と補正により求められる。つまり、これまでに説明した各種の演算により、最も確からしい自動車の“現在地点”を求めることができる。

f. デジタルマップデータによる補正：

自動車は、道路上を走行するので、以上の演算により求めた自動車の“現在地点”は、デジタルマップデータにより示される道路上になければならな

は問わない。

e. “現在地点”の検出原理：

ここで第9図を参照されたい。この図は、あるサンプリング期間に、自動車が前進して半径Rで $\Delta\theta$ [rad]だけ旋回し、座標 (x_0, y_0) で示されるa地点から座標 (x, y) で示されるb地点に移動したモデルを示す。ただし、各地点のx座標およびy座標は、それぞれ経度および緯度を座標化したものと考えられたい。

これにおいて、a地点における自動車の方位角(北、すなわちy軸正方向を基準とし、西回りを正としてラジアンで示した角度をいうものとする。以下において同じ。)を θ_0 とすると、b地点における方位角 θ は、

$$\theta = \theta_0 + \Delta\theta \quad \dots(10)$$

で与えられる。また、このときの自動車のx軸方向の変位 Δx およびy軸方向の変位 Δy は、それぞれ、

$$\Delta x = R(\sin\theta - \sin\theta_0) \quad \dots(11)$$

$$\Delta y = R(\cos\theta_0 - \cos\theta) \quad \dots(12)$$

い。そこで、演算により求めた“現在地点”が路上外となる場合には、それをデジタルマップデータにより補正する。

この補正は、演算により求めた“現在地点”に最も近いデジタルマップデータにより示される道路に垂線を下し、その点の座標を自動車の“現在地点”の座標と擬制することによりなされる。

④ 動作詳説：

第10図は、マイクロコンピュータ1の動作の主要な部位を示すフローチャートである。以下、このフローチャートに従って、マイクロコンピュータ1の動作を説明する。

マイクロコンピュータ1は、アクセサリモードスイッチAccが投入されて定電圧回路92が所定の定電圧を供給し、リセット回路12によりハードウェアリセットされると、入出力ポート、内部レジスタ等を初期化し、RAM14に記憶している自動車の“現在地点”を示すx座標およびy座標ならびに方位角を読み取り、それぞれx, y, θ レジスタに格納する(ステップ1,2)。

この後、右輪回転センサ2よりの右輪回転パルスまたは左輪回転センサ3よりの左輪回転パルスがあるまで、入力ボード7よりの入力に従って、 x 、 y および θ レジスタに格納しているデータを更新設定する入力処理、および、座標 (x, y) により示される自動車の“現在地点”およびデジタルマップメモリ7より与えられるデジタルマップデータに基づくその近傍を示す地図をCRTディスプレイ6上に表示する表示処理を繰り返し実行する(ステップ3~6)。ただし、 x および y レジスタにデータの格納がないときには(フローチャートでは、これを便宜上(0,0)と示している)、この表示処理を行わない(ステップ4)。

この間に自動車が移動を開始し、右輪回転センサ2よりの右輪回転パルスまたは左輪回転センサ3よりの左輪回転パルスがあると、サンプリング期間を設定するための内部タイマTをクリア&スタートし、 N_r および N_l レジスタをクリアした後(ステップ7)、右輪回転パルス数および左輪回転パルス数のカウントを開始する(ステップ8~12)。

この比較において、右輪回転パルス数偏差が加減速限界値 δ を超える場合には、今回カウントした右輪回転パルス数に妥当性がなかったものと判定して N_r レジスタに N_{r0} レジスタの格納データを格納するが、それが加減速限界値 δ 以下のときには妥当性があったものと判定して次の判定に資するために N_{r0} レジスタに N_r レジスタの格納データを格納する。同様に、左輪回転パルス数偏差が加減速限界値 δ を超える場合には、今回カウントした左輪回転パルス数に妥当性がなかったものと判定して N_l レジスタに N_{l0} レジスタの格納データを格納するが、それが加減速限界値 δ 以下のときには妥当性があったものと判定して次の判定に資するために N_{l0} レジスタに N_l レジスタの格納データを格納する。

続いて、横G検出回路5が検出した自動車の横方向の加速度Gに基づく補正を行なう。

ROM15には、第8図に示した加速度Gと右後輪の補正係数 $K_r(G)$ との関係を示すグラフおよび加速度Gと左後輪の補正係数 $K_l(G)$ との関係

このカウントは、タイマTの時限により t_0 秒間(本実施例では前述したようにこれを100msとしている。)続けられ、その間にカウントした右輪回転パルス数を N_r レジスタに、左輪回転パルス数を N_l レジスタに、それぞれ格納する。

タイマTの値が t_0 秒を超えると、 N_r レジスタおよび N_l レジスタの格納データの吟味、すなわち、このときのサンプリング期間にカウントした右輪回転パルス数および左輪回転パルス数の妥当性の判定を行なう(ステップ13~18)。この場合、続く説明から明らかなように、 N_{r0} レジスタに最も近い過去において妥当性ありと判定した右輪回転パルス数を格納し、 N_{l0} レジスタに最も近い過去において妥当性ありと判定した左輪回転パルス数を格納しているので、 N_r レジスタの格納データと N_{r0} レジスタの格納データとの差(以下、右輪回転パルス数偏差という。)、および、 N_l レジスタの格納データと N_{l0} レジスタの格納データとの差(以下、左輪回転パルス数偏差という。)を、それぞれ加減速限界値 δ と比較する。

を示すグラフがテーブル形式で記憶されているので、横G検出回路5が検出した自動車の横方向の加速度Gに対応する各補正係数を読み取り(ステップ19)、前記第(6)式、第(7)式で示される演算に加速度Gに基づく補正を加えた演算、すなわち、 $K_r(G) \cdot k_r \cdot N_r$ 、 $K_l(G) \cdot k_l \cdot N_l$ なる演算を行なって、右後輪の走行距離 L_r および左後輪の走行距離 L_l を求める(ステップ20)。

次に、これらの演算による各輪の走行距離 L_r および L_l を用いて、前記第(3)式、第(4)式で示される演算を行ない、今回のサンプリング期間の自動車の旋回角 $\Delta \theta$ および移動距離 Δd を求める(ステップ21)。このとき、後退検出回路4よりの後退信号がHレベルであれば、これらのデータの符号を逆符号に変換する(ステップ22,23)。

さらに、 θ レジスタに格納している今回の移動前、すなわち t_0 秒前の自動車の方位角を θ_0 レジスタに退避するとともに、前述の第(10)式に従って、それに自動車の旋回角 $\Delta \theta$ を加え、移動後の自動車の方位角として θ レジスタに格納し、前述

の第(5)式に従って、このときの自動車の移動距離 Δd と旋回角 $\Delta \theta$ の比から旋回半径を求めてレジスタに格納する(ステップ24,25)。

この後、前述の第(11)式、第(12)式で示される演算により、 x 軸方向の変位 Δx および y 軸方向の変位 Δy を求め、前述の第(13)式、第(14)式に従って自動車の“現在地点”を示す座標 (x, y) を更新する(ステップ26,27)。

このようにして求めた自動車の“現在地点”が、デジタルマップデータにより示される道路上にないときには、その“現在地点”に最も近い道路に垂線を下し、その点の座標により自動車の“現在地点”の座標 (x, y) を補正するとともに、それと移動前の自動車の座標とにより自動車の方位角 θ を補正する(ステップ28,29)。

最後に、このときの自動車の“現在地点”およびその近傍を示す地図をCRTディスプレイ6上に表示する表示処理を行なう(ステップ30)、前述したステップ7に戻り、上記を繰り返す。

(10) 本実施例装置の特徴：

左右の車輪の走行距離より自動車の移動距離および旋回角を検出する上で、各輪の単位時間当りの走行距離の時間的変化を監視し、それが自動車の加減速能力を超える加減速を示すときには、車輪と路面との間にすべりがあったものと判定して各輪の走行距離を補正している。特に、自動車の旋回角を検出する場合にはこのすべりが大きく影響するが、この補正により検出誤差が抑えられている。

b. 旋回時の補正：

自動車の旋回時に左右の車輪に加わる荷重が変化するにより、各輪の回転数から求めた走行距離に誤差を生じ、自動車の旋回角の検出に大きく影響する。そこで、自動車の横方向の加速度により各輪の回転数と走行距離との変換レートを補正してこの種の検出誤差を抑えている。

c. 後退時の補正：

左右の車輪の走行距離より自動車の移動距離および旋回角を検出する場合、それが自動車の前進においてなされたものであるか、後退においてな

① 右輪回転センサ2：

右輪回転センサ2は、各MR素子毎に永久磁石を有し、それらは、MR素子の貼着面が逆極性となり、かつ、歯付ホイール21のピッチの1/2相当の距離で近接している。これにより各MR素子の鎖交磁束の磁路が短くなるため、歯付ホイール21の歯面の近接に対する各MR素子の抵抗値の変化を大きくすることができる。したがって、歯付ホイール2を小径化することによる右輪回転センサ2自体の小型化や、そのピッチをさらに細かくする微小回転角の検出が可能になった。

② 左輪回転センサ3：

左輪回転センサ3は、右輪回転センサ2と同構成の2組の回転センサを90°の位相差で配設したものに等しいが、その場合に内方に位置する永久磁石を共通にすることで小型化を図っている。この外には、右輪回転センサ2と同じ特徴を有している。

③ マイクロコンピュータ1の動作：

a. すべりの補正：

されたものであるかを明らかにしない限り、検出の信頼性は全く得られない。本実施例装置においては後退検出回路4により自動車の後退が検出されたときには、自動車の移動距離および旋回角の符号を逆符号に修正しているためこの種の誤りの発生がない。

d. デジタルマップデータによる補正：

左右の車輪の走行距離より自動車の移動距離および旋回角を検出した場合、累積誤差が避けられないが、デジタルマップデータにより自動車の“現在地点”を逐次補正しているため、この種の累積誤差による検出誤りが防止されている。

〔発明の効果〕

以上説明したとおり、本発明の回転検出装置は、

周面に凹部と凸部を交互に形成した磁性体の回転部材；回転部材の周面に近接して備えられた第1磁石；第1磁石と、互いに逆極性で隣接する第2磁石；第1磁石と回転部材の周面との間に保持された、磁気の変化に感応して電気的特性が変化する第1感磁性素子；および、第2磁石と回転

部材の周面との間に保持された、磁気の変化に感応して電気的特性が変化する第2感磁性素子；を備えている。

つまり、第1磁石と第2磁石とが互いに逆極性で隣接するため、各磁石の磁路が短くなり、各極の表面近傍において磁路が回転部材の凹部あるいは凸部から受ける影響が非常に大きくなる。したがって、回転部材の回転により各感磁性素子の電気的特性に大きな変化が得られ、小径回転部材を用いての装置の小型化や、凹凸部の多い回転部材を用いての微小回転角の検出が可能になる。

なお、回転部材として、上記実施例に示した歯付ホイールや、内歯ホイール等が利用できる。

また、この回転検出装置において、2組以上の第1磁石、第2磁石、第1感磁性素子および第2感磁性素子を備えれば、回転部材の回転角とその回転方向の検出が可能になることは上記実施例説明からも明らかであろう。

4. 図面の簡単な説明

第1a図は本発明を適用した自動車の車輪の回

る歯付ホイール31の回転と磁気抵抗素子321~324の抵抗変化を示す波形図であり、第3g図は磁気抵抗素子321と322の接続点電位の変化および磁気抵抗素子323と324の接続点電位の変化を示す波形図である。

第4a図および第4b図は第2図に示したナビゲーション装置に用いられている後退検出回路4の各部の信号を示す波形図である。

第5図は第2図に示したナビゲーション装置においてなされる自動車の旋回角検出の原理を説明するための説明図である。

第6a図および第6b図は第2図に示したナビゲーション装置においてなされる車輪のすべりの補正を説明するための説明図である。

第7図は自動車の旋回時に生じる検出誤差を説明するための説明図であり、第8図はその補正用のグラフである。

第9図は第2図に示したナビゲーション装置においてなされる自動車の現在地点検出の原理を説明するための説明図である。

転センサの構成を示す構成図、第1b図はその展開図、第1c図はその電気的な構成を示すブロック図である。

第1d図および第1e図は第1a図に示した回転センサの動作を説明するための説明図である。

第1f図は第1a図に示した回転センサにおける歯付ホイール21の回転と磁気抵抗素子221および222の抵抗変化を示す波形図であり、第1g図は磁気抵抗素子221と222の接続点電位の変化を示す波形図である。

第2図は第1a図に示した回転センサが用いられる自動車のナビゲーション装置の構成を示すブロック図である。

第3a図は第2図に示したナビゲーション装置に用いられている他の回転センサの構成を示す構成図、第3b図はその展開図、第3c図はその電気的な構成を示すブロック図である。

第3d図および第3e図は第3a図に示した回転センサの動作を説明するための説明図である。

第3f図は第3a図に示した回転センサにお

ける第10図は、第2図に示したナビゲーション装置のマイクロコンピュータ1の動作例を示すフローチャートである。

第11a図および第11b図は従来の回転検出装置の構成を示す構成図である。

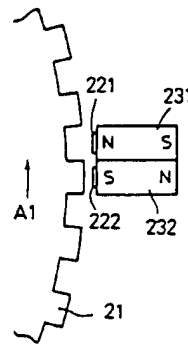
- 1：マイクロコンピュータ
- 11：クロック発振器
- 12：リセット回路
- 13：I/O
- 14：RAM
- 15：ROM
- 2：右輪回転センサ
- 21：歯付ホイール(回転部材)
- 221,222：磁気抵抗素子(第1,第2感磁性素子)
- 231,232：永久磁石(第1,第2磁石)
- 24：パルス検出回路
- 3：左輪回転センサ
- 31：歯付ホイール
- 321~324：磁気抵抗素子
- 331~233：永久磁石
- 34：パルス検出回路

- 4: 後退検出回路
- 41~43: ナンドゲート
- 44: D型フリップフロップ
- 5: 換G検出回路
- 51: 加速度センサ 52: ブリッジ回路
- 53: A/Dコンバータ
- 6: CRTディスプレイ
- 7: 入力ボード
- 8: デジタルマップメモリ
- 81: CD-ROM 82: CD-ROMドライバ
- 9: 電源回路
- 91: 車載バッテリー 92: 定電圧回路

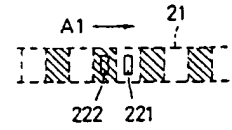
出 願 人 アイシン精機株式会社
 代 理 人 井 理 士 杉 信 興



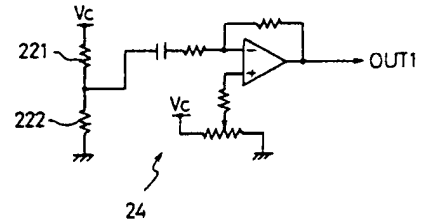
第 1a 図



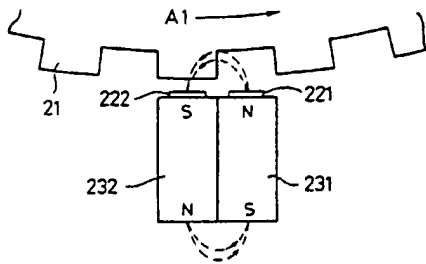
第 1b 図



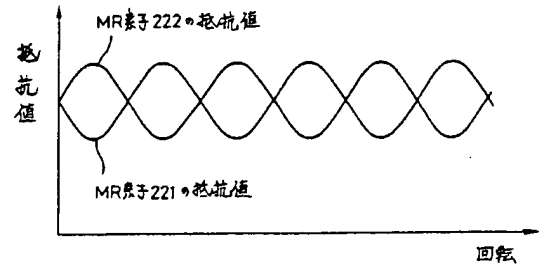
第 1c 図



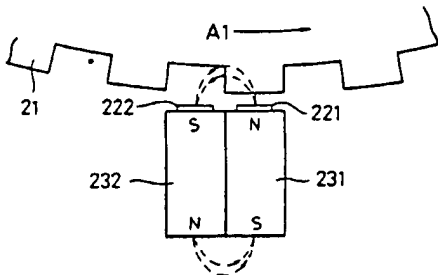
第 1d 図



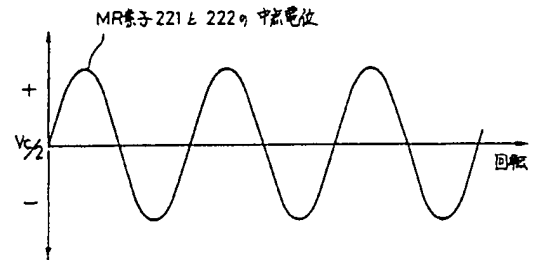
第 1f 図



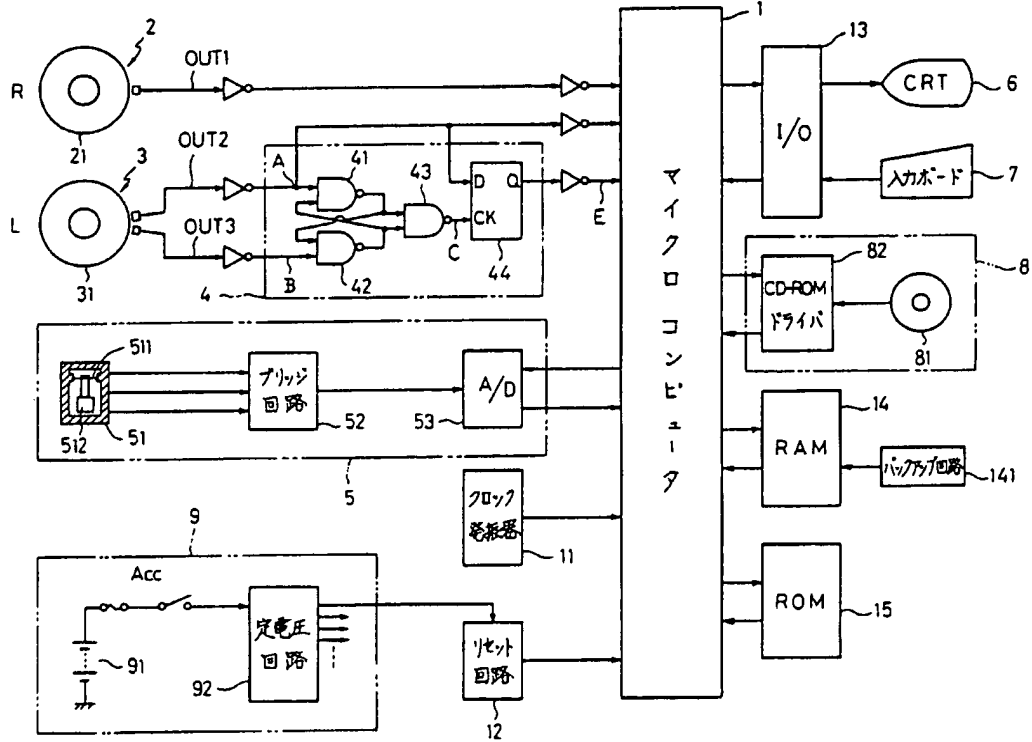
第 1e 図



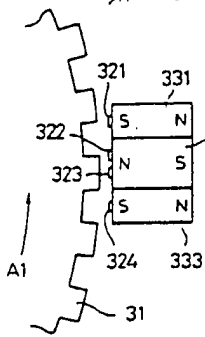
第 1g 図



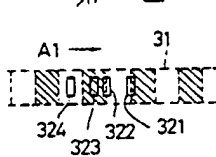
第 2 図



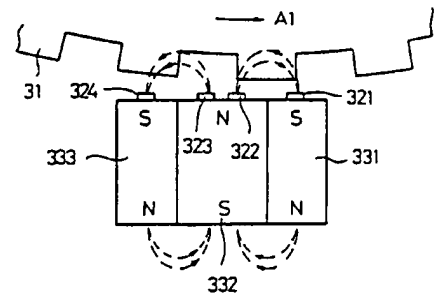
第 3a 図



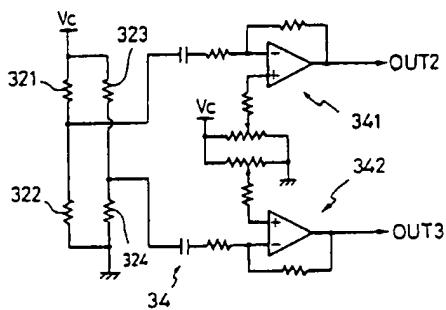
第 3b 図



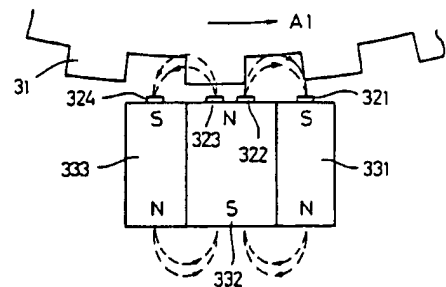
第 3d 図



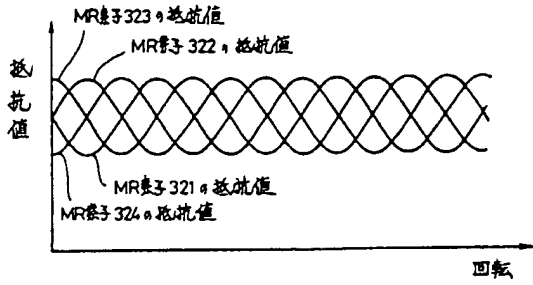
第 3c 図



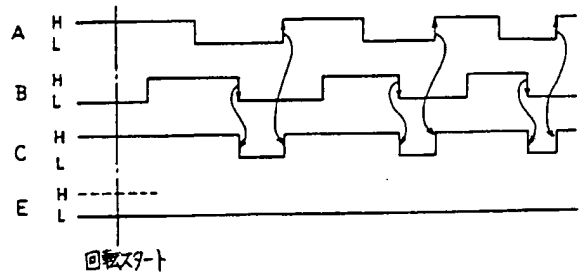
第 3e 図



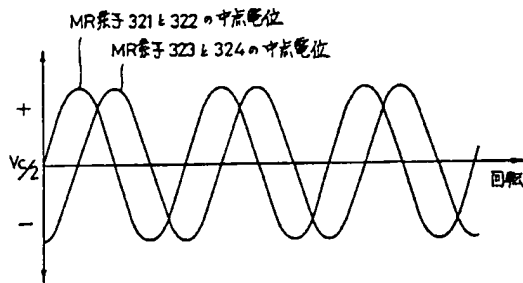
第3f図



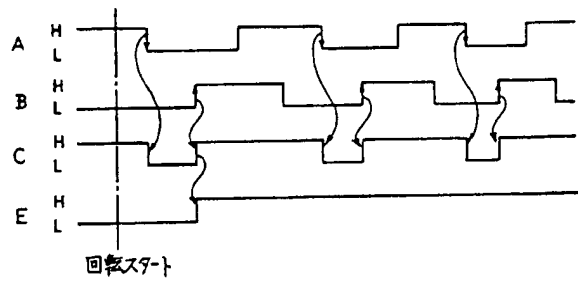
第4a図



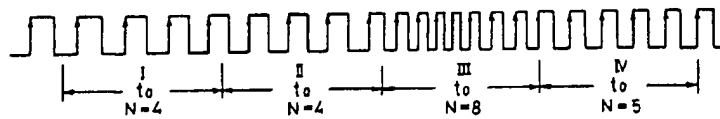
第3g図



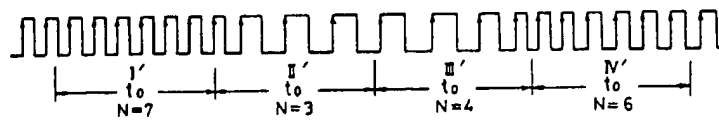
第4b図



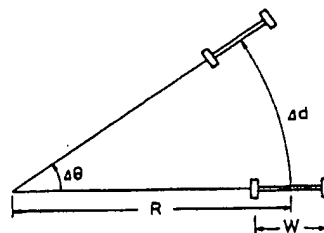
第6a図



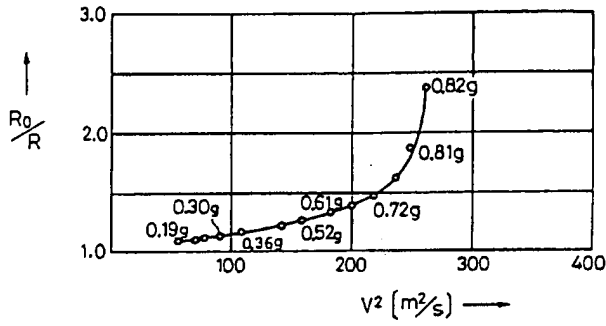
第6b図



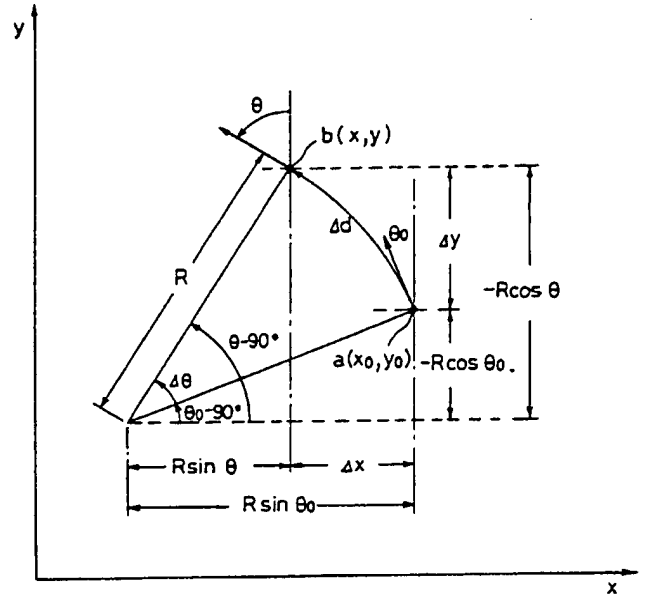
第5図



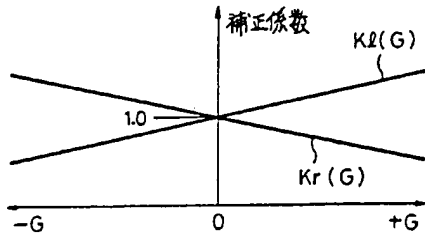
第7図



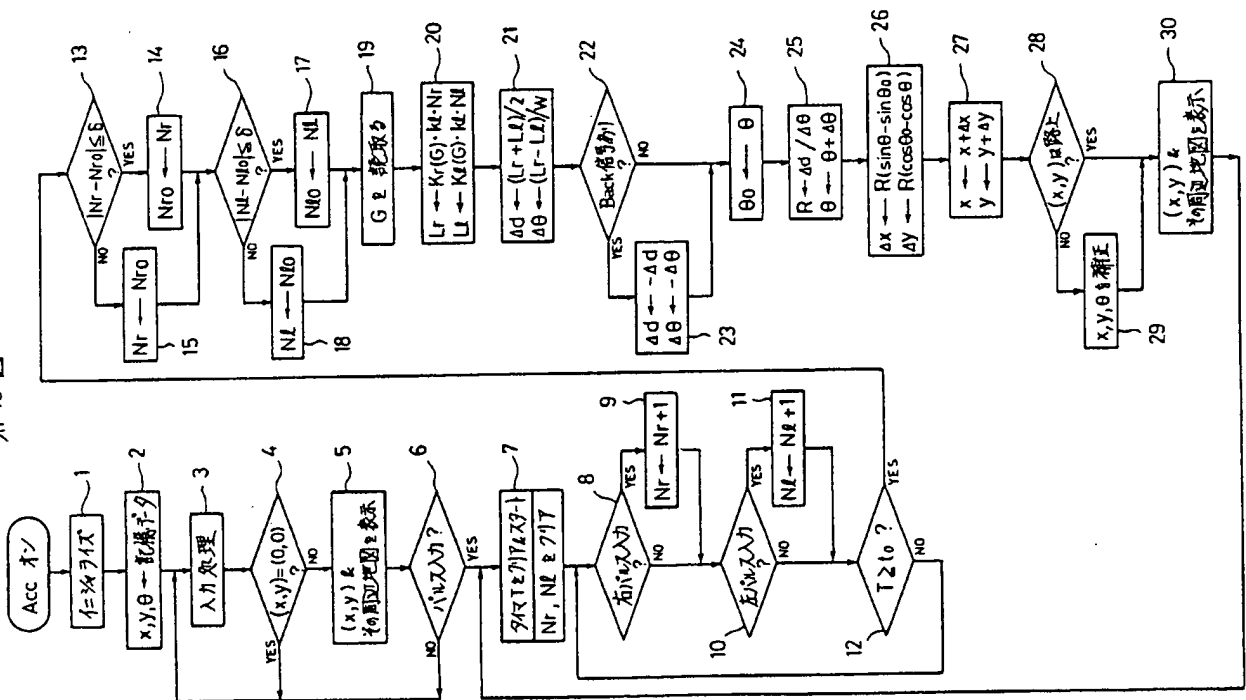
第9図



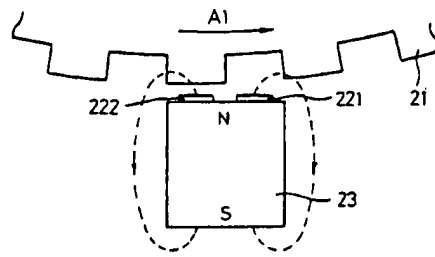
第8図



第10図



第 11a 図



第 11b 図

